



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

10 Offenlegungsschrift
DE 198 37 551 A 1

51 Int. Cl. 7:
G 01 B 11/06

21 Aktenzeichen: 198 37 551.4
22 Anmeldetag: 19. 8. 1998
43 Offenlegungstag: 2. 3. 2000

71 Anmelder:
Wystup, Peter, 98693 Ilmenau, DE

74 Vertreter:
Liedtke und Kollegen, 99094 Erfurt

72 Erfinder:
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:
EP 03 20 139 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

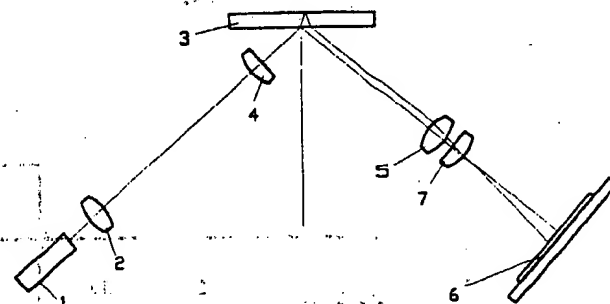
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung zur optischen Messung der Wanddicke von Gegenständen aus transparentem Material

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Messung der Wanddicke von Gegenständen aus transparentem Material, insbesondere von Glasgegenständen. Aufgabe der Erfindung ist es, die Vorrichtung als ortsveränderliches Gerät auszuführen und das optische Meßsystem und die elektronische Auswerteeinrichtung als gemeinsame Baueinheit so aufzubauen, daß trotz beliebiger Positionierung des Meßobjektes eine exakte Messung und Auswertung der Meßwerte für die Wanddicke des Gegenstandes erreicht wird.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch gekennzeichnet ist, daß in der optischen Baueinheit im Strahlengang nahe vor dem Meßobjekt eine zusätzliche Zylinderlinse für die Längsdivergierung der projizierten Laserlichtlinie und im Strahlengang nach dem Meßobjekt eine astigmatische Zusatzoptik für die Aufweitung des auf einem bildauflösenden Sensor abgebildeten Reflexbildes des Meßobjektes quer zur Meßachse angeordnet sind.

Der bildauflösende Sensor ist erfindungsgemäß mit einer ersten Auswerteeinrichtung für die Anpassung seiner Empfindlichkeit an die Intensität des empfangenen Reflexbildes, mit einer zweiten Auswerteeinrichtung für die Lagebestimmung des Reflexbildes und mit einer vierten Auswerteeinrichtung für die Bewertung der Ausgangssignale einer Zähleinrichtung und für die Erkennung von Meßfehlern und unzulässig hohem Fremdlichteinfall verbunden. Die Zähleinrichtung, vorzugsweise ein Jonsontzähler, ist an eine dritte ...



DE 198 37 551 A 1

DE 198 37 551 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Messung der Wanddicke von Gegenständen aus transparentem Material. Sie ist insbesondere als Vorrichtung zur Wanddickenmessung bei der Herstellung und Verarbeitung von Gegenständen aus Glas geeignet.

Es sind bereits Vorrichtungen zur optischen Messung der Dicke von transparenten Gegenständen, vorzugsweise von Glasplatten, Glasrohren, Glasbehältern, bekannt. Diese Anordnungen verwenden ein Lichtstrahlbündel, vorzugsweise Laserlichtbündel, welches unter einem von 90° verschiedenen Winkel auf das Meßobjekt projiziert wird. Dabei entstehen an den Außen- und Innenflächen der Wandung des Meßobjektes Reflexe, die gegebenenfalls über eine Abbildungsoptik auf einen bildauflösenden Sensor projiziert werden. Der Abstand der Reflexe zueinander ist unter Beachtung des Brechungsindex des Materials des Meßobjektes ein Maß für die Wanddicke. Dieses Meßprinzip ist allgemein unter dem Begriff "Doppelreflex-Verfahren" bekannt und findet sich z. B. in der Patentschrift US 4902 902. Es ist auch Grundlage für die unter EP 0248 552 A1 beschriebene Vorrichtung. Zwei ineinander geschachtelte, gegenläufige Doppelreflex-Verfahren finden in den Patentschriften DE 41,43,186 A1 und DE 44,34 822 C1 Anwendung, wobei hier das Ziel einer Fehlerminimierung bei keiligem Meßobjekt verfolgt wird.

Nachteilig bei diesen Vorrichtungen ist, daß bei der Messung von plattenförmigem Material, vorzugsweise Flachglas, schon bei geringer seitlicher Verkipfung die reflektierten Lichtbündel nicht mehr den Sensor treffen und damit eine Messung nicht möglich ist. Nachteilig an den bekannten Vorrichtungen ist weiterhin, daß die optischen Systeme sehr voluminös sind und dadurch der Meßkopf unhandlich groß ist, so daß diese Vorrichtungen für eine manuelle Messung ungeeignet sind. Außerdem sind die elektronischen Auswerteeinrichtungen hierzu sehr aufwendig und kostenintensiv. Als nachteilig bei den bekannten Vorrichtungen ist außerdem zu bewerten, daß bei Änderungen des Krümmungsradius der zu messenden Oberfläche des Meßobjektes quer zur Meßrichtung die auf den Sensor treffenden Lichtreflexe unterschiedlich intensiv sind und somit für eine bestimmte Meßvorrichtung der Krümmungsradius der Meßfläche nur innerhalb eines begrenzten Bereiches variieren darf.

Das Ziel der Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Vorrichtung zur optischen Messung der Wanddicke von Gegenständen aus transparentem Material, die besonders zur manuellen Messung der Wanddicke dieser Gegenstände geeignet ist, die keine exakte Positionierung des Meßobjektes für die Gewinnung eines Meßwertes erfordert und einen geringen Energieverbrauch besitzt.

Außerdem sollte eine weitestgehende Minimierung der Kosten für das Auswerteverfahren zur Gewinnung und Auswertung des Meßwertes durch die Anwendung elektrischer analoger Auswerteverfahren erreicht werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine optische Meßvorrichtung für Gegenstände aus transparentem Material zu entwickeln, die als ortsveränderliches Gerät ausgeführt ist und bei der das optische Meßsystem und die elektronische Auswerteeinrichtung als gemeinsame Baueinheit so zu gestalten und durch analoge Schaltungstechnik aufzubauen sind, daß trotz beliebiger Positionierung des Meßobjektes innerhalb bestimmter Grenzen eine exakte Messung und Auswertung der Meßwerte für die Wanddicke des Meßobjektes erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Vorrichtung zur optischen Messung der Wanddicke von Gegenständen aus transparentem Material, insbesondere

von Glasgegenständen, dadurch gekennzeichnet ist, daß in der optischen Baueinheit im Strahlengang nahe vor dem Meßobjekt eine zusätzliche Zylinderlinse für eine Längendivergierung der projizierten Laserlichtlinie und im Strahlengang nach dem Meßobjekt eine astigmatische Zusatzoptik für eine Aufweitung des Reflexbildes des Meßobjektes quer zur Meßachse angeordnet sind.

Außerdem ist die Vorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß in der elektronischen Baueinheit der bildauflösende Sensor mit einer ersten Auswerteeinrichtung für die Anpassung seiner Empfindlichkeit an die Intensität des empfangenen Reflexbildes, mit einer zweiten Auswerteeinrichtung für die Bestimmung der Lage des Reflexbildes und mit einer vierten Auswerteeinrichtung für die Bewertung der Ausgangssignale einer Zählereinrichtung und für die Erkennung von Meßfehlern und unzulässig hohem Fremdlichteinfall verbunden ist. Erfindungsgemäß besteht die zweite Auswerteeinrichtung aus einem Amplituden-Komparator mit Spannungsteiler, einem Gradienten-Komparator mit Differenzierglied und aus einer deren Ausgangssignale verknüpfenden Logikeinheit, an die eine Zählereinrichtung geschaltet ist.

Diese Zählereinrichtung, vorzugsweise ein Jonson-Zähler, für die Zerlegung der Impulsfolge in einzelne zeitproportionale Signale für die Zählstufen A_0, A_1, \dots, A_n ist über das Ausgangssignal mit der Zählstufe A_1 mit der dritten Auswerteeinrichtung für die Umwandlung dieser Signale in eine analoge Ausgangsspannung verbunden. Zur Darstellung dieser Ausgangsspannung als Maß für die Wanddicke des Meßobjektes ist der dritten Auswerteeinrichtung ein Spannungsmeßgerät nachgeschaltet.

Erfindungsgemäß ist ein Integrator der dritten Auswerteeinrichtung mit einer Referenzspannungsquelle verbunden, durch die die Skalierung des Integrators erfolgt und über die der Einfluß des Brechungsindex des transparenten Materials und der Nichtlinearität der Abbildungsoptik für das Meßergebnis berücksichtigt werden.

Außerdem ist die erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, daß die vierte Auswerteeinrichtung für die Bewertung der Meßwerte betreffend Anzeige und Ausgabe mit einem Spannungsmeßgerät sowie betreffend Meßfehlern und Fremdlichteinfall mit einer Leuchtdiode zur Signalisierung einer Fehlmessung verbunden ist.

Die optische und die elektronische Baueinheit mit Auswerteeinrichtungen sind erfindungsgemäß mit der Stromversorgung in einem handlichen Gehäuse angeordnet, so daß die Vorrichtung vorzugsweise als transportables Handgerät ausgeführt ist.

Der optische Strahlengang wird durch den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung bestimmt. Ein Laserlichtstrahl wird mittels einer Kollimator-Optik und einer zusätzlichen Zylinderlinse so auf das Meßobjekt fokussiert, daß am Meßort eine dünne Linie erzeugt wird, deren Breite am Maßort ein Minimum annimmt und deren Länge stark divergiert. Die am Meßobjekt entstehenden Reflexe werden mit einem Objektiv auf einen bildauflösenden linienförmigen Sensor projiziert, wobei durch eine Zusatzoptik eine Aufweitung der projizierten Bilder der Reflexe quer zur Meßrichtung des Sensors vorgenommen wird.

Der Scheitelwert des Ausgangssignal des Sensors wird erfaßt und über diese Meßgröße wird die Empfindlichkeit des Sensors gesteuert. Weiterhin wird aus dieser Meßgröße der Schwellwert eines Komparators zur Binarisierung des Ausgangssignales des Sensors abgeleitet. Durch Differenzierung des Ausgangssignales des Sensors und anschließende Bewertung des Nulldurchganges dieses differenzierten Signals wird die Lage der Maxima des Ausgangssignales des Sensors dedektiert. Eine Verknüpfung des binarisierten Si-

gnals mit dem Signal für den Nulldurchgang ergibt eine sichere Erfassung der Lage der einzelnen erfaßten Reflexe. Das verknüpfte Signal wird einem zu Beginn des Meßvorganges auf Null gesetzten Jonson-Zähler zugeführt. Die Ausgangssignale seiner Zählstufen stellen als zeitproportionale Signale ein Maß für die Abstände der einzelnen Reflexe zueinander dar.

In einer durch eine Referenzspannung gesteuerten Integrationsschaltung wird ein interessierendes zeitproportionales Signal, das z. B. für den Abstand zwischen dem ersten und zweiten Reflex, in eine elektrisch analoge Meßspannung umgewandelt. Durch Wahl der Größe der Referenzspannung wird die Skalierung der Meßvorrichtung, d. h. der Umrechnungsfaktor Wanddicke-Meßspannung, festgelegt. Damit kann in einfacher Weise der Einfluß des Brechungsindex des Materials des Meßobjektes auf die Skalierung der Meßvorrichtung berücksichtigt werden. Weiterhin wird durch die Steuereinrichtung des Sensors die Referenzspannung der Integrationsschaltung während des Meßvorganges definiert verändert. Es werden damit Nichtlinearitäten der Abbildungsoptik weitgehend kompensiert.

Die elektrisch analoge Meßspannung entspricht somit in ihrem Zahlenwert dem natürlichen Wert der Wanddicke und wird vorzugsweise mittels Digitalvoltmeters angezeigt.

Die erfindungsgemäße Meßvorrichtung besitzt folgende wesentliche Vorteile:

- bei der Positionierung des Meßobjektes ist eine seitliche Verkipfung für die Meßwertbildung unkritisch;
- die Lichtempfindlichkeit des Sensors paßt sich in weiten Grenzen der durch unterschiedlichen Krümmungsradius der Meßobjektoberfläche verursachten unterschiedlichen Intensität der empfangenen Reflexe an;
- durch die mit einfachen elektronischen Mitteln erreichte Korrektur des Linearitätsfehlers der Abbildungsoptik ist der hierdurch bedingte Meßfehler klein gehalten;
- durch die geeignete Wahl der optischen und elektronischen Bauteile ist die gesamte Vorrichtung in einem handlichen Gebäude untergebracht und somit besonders geeignet zur manuellen Messung der Wanddicke an den verschiedensten Objekten und Meßorten;
- die Kosten für die Elemente zur optischen Abbildung und zur elektronischen Meßwertgewinnung können gering gehalten werden;
- durch die Wahl der analogen Schaltungstechnik für die Auswerteeinrichtung ist eine stromsparende Elektronik eingesetzt, so daß bei dem für ein Handgerät unerläßlichen Batteriebetrieb eine entsprechend hohe Standzeit der Batterie erreicht wird. Die optische Meßvorrichtung ist durch ihr Meßprinzip und durch ihren erfindungsgemäßen Aufbau als Handgerät gestaltet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll im Folgenden an Hand von Zeichnungen dargestellt und näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1: den Aufbau der optischen Baueinheit des Meßsystems;

Fig. 2: die elektronische Baueinheit des Meßsystems.

Die in Fig. 1 dargestellte optische Baueinheit besteht aus der Laserdiode 1 mit Kollimator-Optik 2 und einer nahe dem Meßobjekt 3 angeordneten zusätzlichen Zylinderlinse 4 sowie aus der Abbildungsoptik 5 und einer astigmatischen Zusatzoptik 7 zwischen Meßobjekt 3 und Zeilensensor 6. Die elektronische Baueinheit besteht aus einer ersten, zweiten und vierten Auswerteeinrichtung 9, 10, 23, die an den Zeilensensor 6 angeschlossen sind sowie aus einer dritten

Auswerteeinrichtung 17 für die Meßwertfassung, -bewertung und -anzeige.

Die erste Auswerteeinrichtung 9 dient der Anpassung der Empfindlichkeit des Zeilensensors 6 an die Intensität der empfangenen Reflexbilder des Meßobjektes 3. Die zweite Auswerteeinrichtung 10 besteht aus einem Amplituden-Komparator 11 mit Spannungsteiler 12, aus einem Gradienten-Komparator 14 mit Differenzierglied 13 sowie aus der Logikeinheit 15. Diese liefert eine den empfangenen Reflexsignalen entsprechende Impulsfolge und ist mit dem Zähl-eingang des Jonson-Zählers 16 verbunden.

Über das zeitproportionale Ausgangssignal der Zählstufe A₁ ist der Jonson-Zähler 16 über die dritte Auswerteeinrichtung 17 mit dem Integrator 18 an ein Digitalvoltmeter 19 für die Anzeige der analogen Ausgangsspannung als Maß für die Wanddicke des Meßobjektes 3 verbunden.

Dem Integrator 18 ist eine Referenzspannungsquelle 20 vorgeschaltet, die über ein Eingabe-Potentiometer 21 die Skalierung des Integrators 18 bewirkt. Außerdem werden der Einfluß des Brechungsindex des transparenten Materials des Meßobjektes 3 über den Widerstand 21 und die Nichtlinearität der Abbildungsoptik 5 über einen veränderbaren Widerstand 22 für das Meßergebnis berücksichtigt.

Die vierte Auswerteeinrichtung 23 für die Bewertung der Fehlerfreiheit der Signale besteht aus der Schaltung 25 zur Mittelwertbildung, dem Komparator 26 und der Logikschaltung 27 und ist für die Anzeige von Meßfehlern und zu hohem Fremdlichteinfall mit der LED-Anzeigevorrichtung 24 verbunden.

Die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgt vorzugsweise als transportables batteriebetriebenes Handgerät für eine ortsunabhängige Messung an Gegenständen aus transparentem Material.

Durch den erfindungsgemäßen Aufbau der optischen Baueinheit (Fig. 1) wird die optische Funktion festgelegt.

Das von einer Laserdiode 1 ausgesandte Strahlenbündel wird mittels der Kollimator-Optik 2 auf das Meßobjekt 3 fokussiert. Mit der nahe dem Meßobjekt 3 im Strahlengang angeordneten Zylinderlinse 4 wird am Meßort eine in ihrer Länge divergierende Laserlichtlinie erzeugt. Die an den beiden Grenzflächen des Meßobjektes 3 erzeugten Reflexe dieser Lichtlinie werden von einer Abbildungsoptik 5 auf den Zeilensensor 6 projiziert. Dabei wird durch die astigmatische Zusatzoptik/Zylinderlinse 7 das auf dem Zeilensensor 6 erzeugte Bild quer zur Meßachse aufgeweitet.

In Fig. 2 ist der Aufbau der elektronischen Auswerteeinheit des vom Zeilensensor 6 erzeugten Signals dargestellt. Die Steuereinrichtung 8 liefert die zum Betrieb des Zeilensensors 6 erforderlichen Taktsignale. Eine erste elektronische Auswerteeinrichtung 9 bestimmt den Scheitelwert des vom Zeilensensor 6 gelieferten Bildsignales entsprechend der maximalen Intensität der empfangenen Reflexe. In der Steuereinrichtung 8 wird dieses Signal zur Veränderung der Shutterzeit (Belichtungszeit) des Zeilensensors so verarbeitet, daß seine Lichtempfindlichkeit in weiten Grenzen der Intensität der empfangenen Lichtreflexe angepaßt ist. In einer zweiten elektronischen Auswerteeinrichtung 10 wird das Bildsignal durch einen ersten Komparator 11 binarisiert, wobei die Höhe der Komparatorschwelle durch das Scheitelwertsignal der Auswerteeinrichtung 9 bestimmt wird und durch einen Spannungsteiler 12 auf etwa die Hälfte dieses Scheitelwertes festgelegt ist. Über ein Differenzierglied 13 wird das Signal des Zeilensensors einem zweiten Komparator 14 zugeführt, dessen Schwellwert auf den Wert "Null" eingestellt ist. Ein H/L-Übergang des Ausgangssignales des Komparators 14 signalisiert das Erreichen bzw. Durchlaufen eines Maximums des Zeilensensor-Signales. Die Ausgangssignale der Komparatoren 11

und 14 werden in der Logikeinheit 15 miteinander zu einem Zählimpuls verknüpft, der einem Jonson-Zähler 16 zugeführt wird. Zu Beginn eines Meßvorganges wird der Jonson-Zähler 16 durch ein entsprechendes von der Steuereinrichtung 8 geliefertes Signal auf den Zählerstand "0" gesetzt. Jedes durch die Auswerteeinrichtung 10 detektierte Maximum des Zeilensensor-Signales erzeugt einen Zählimpuls und erhöht den Zählerstand des Jonson-Zählers 16 um den Wert "1". Dementsprechend steht am Ausgang "A0" des Jonson-Zählers 16 ein Signal an vom Beginn der Messung bis zum Erkennen des ersten Reflexes. Das ist ein Maß für den Abstand des Meßobjektes 3 von der Meßvorrichtung. In gleicher Weise steht am Ausgang "A1" des Jonson-Zählers 16 ein Signal, das dem Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Reflex, also der Dicke des Meßobjektes 3, entspricht.

Eine dritte Auswerteeinrichtung 17 wandelt das zeitproportionale Ausgangssignal "A1" des Jonson-Zählers 16 über eine steuerbare Integrationsschaltung 18 in ein elektrisch analoges Signal um, das am Ende des Meßvorganges von einem Digitalvoltmeter 19 übernommen und angezeigt wird. Die Steilheit der Integrationsschaltung 18 wird durch eine mit dem Eingabe-Potentiometer 21 einzustellende Ausgangsspannung der Referenzspannungsquelle 20 bestimmt. Der meßwertbestimmende Einfluß des Brechungsindex des Materials des Meßobjektes 3 kann so mit dem Eingabe-Potentiometer 21 bei der Kalibrierung der Meßvorrichtung berücksichtigt werden.

Weiterhin wird die Ausgangsspannung der Referenzspannungsquelle 20 über einen durch die Steuereinrichtung 8 während des laufenden Meßvorganges definiert veränderten Widerstand 22 beeinflusst. Mit seiner Hilfe werden Nichtlinearitäten der Abbildungsoptik 5 kompensiert.

In einer vierten Auswerteeinheit 23 erfolgt die Bewertung der Ausgangssignale des Jonson-Zählers 16. Mittels einer LED-Anzeigevorrichtung 24 wird sichtbar gemacht, ob ein-, zwei- oder mehr als zwei Reflexe durch die Meßvorrichtung aufgenommen werden. Weiterhin wird durch eine Schaltung 25 zur Bildung des Mittelwertes des Zeilensensor-Signales und die Bewertung dieses Mittelwertes durch den Komparator 26 festgestellt, ob ein unerlaubt hoher Fremdlichtanteil vom Zeilensensor erfaßt wird. In der Logikschaltung 27 wird für den Fall, daß nur ein oder mehr als zwei Reflexe erfaßt werden oder ein unerlaubt hoher Fremdlichtanteil besteht, ein Signal zum Sperren der Meßwertausgabe an das Digitalvoltmeter 19 gegeben.

Bezugszeichenliste

1 Laserdiode	50
2 Kollimator-Optik	
3 Meßobjekt	
4 Zylinderlinse	
5 Abbildungsoptik	
6 bildauflösender Sensor, Zeilensensor	55
7 astigmatische Zusatzoptik, Zylinderlinse	
8 Steuereinrichtung	
9 erste Auswerteeinrichtung	
10 zweite Auswerteeinrichtung	
11 Komparator/Amplituden-Komparator	60
12 Spannungsteiler	
13 Differenzglied	
14 Komparator/Gradienten-Komparator	
15 Logikeinheit	
16 Zählvorrichtung/Jonson-Zähler	65
17 dritte Auswerteeinrichtung	
18 Integrator-Schaltung	
19 Spannungsmeßgerät/Digitalvoltmeter	

20 Referenzspannungsquelle	
21 Widerstand/Eingabe-Potentiometer	
22 steuerbarer Widerstand	
23 vierte Auswerteeinrichtung	
24 LED-Anzeigevorrichtung	
25 Schaltung zur Mittelwertbildung	
26 Komparator	
27 Logik-Schaltung	

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur optischen Messung der Wanddicke von Gegenständen aus transparentem Material, insbesondere von Glasgegenständen, bestehend aus einer optischen Baueinheit mit Laserdiode, Kollimator- und Abbildungs-Optik und bildauflösendem Sensor sowie aus einer elektronischen Baueinheit mit einer Zählvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß

- im Strahlengang nahe vor dem Meßobjekt (3) aus transparentem Material eine zusätzliche Zylinderlinse (4) für eine Längendivergierung der auf das Meßobjekt (3) projizierten Laserlichtlinie und
- im Strahlengang nach dem Meßobjekt (3) vor oder nach der Abbildungs-Optik (5) eine astigmatische Zusatzoptik (7), vorzugsweise eine Zylinderlinse (7), für eine Aufweitung des auf dem bildauflösenden Sensor (6) abgebildeten Reflexbildes des Meßobjektes (3) quer zur Meßachse angeordnet sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bildauflösende Sensor (6), vorzugsweise der Zeilensensor (6),

- mit einer ersten Auswerteeinrichtung (9) für die Anpassung seiner Empfindlichkeit an die Intensität der empfangenen Reflexbilder des Meßobjektes (3),
- mit einer zweiten Auswerteeinrichtung (10) für die aus Amplitude und Gradient seines Ausgangssignals zu bestimmende Lage des Reflexbildes des Meßobjektes (3) sowie
- mit einer vierten Auswerteeinrichtung (23) für die Bewertung der Ausgangssignale einer Zählvorrichtung (16) und für die Erkennung von aufgrund von nur einem oder mehr als zwei empfangenen Reflexen entstandenen Meßfehlern sowie für die Erkennung von unzulässig hohem Fremdlichteinfall verbunden ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Auswerteeinrichtung (10) aus einem Amplituden-Komparator (11) mit Spannungsteiler (12), einem Gradienten-Komparator (14) mit vorgeschaltetem Differenzglied (13) und aus einer die Ausgangssignale der Komparatoren (11; 14) verknüpfenden Logikeinheit (15) besteht und mit einer Zählvorrichtung (16), vorzugsweise einem Jonson-Zähler (16), verbunden ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Jonson-Zähler (16) über das zeitproportionale Ausgangssignal seiner Zählstufe A_1 entsprechend dem Abstand zwischen dem ersten und zweiten erkannten Reflex mit der dritten Auswerteeinrichtung (17) für die Umwandlung des zeitproportionalen Ausgangssignals der Zählstufe A_1 in eine elektrisch analoge Ausgangsspannung verbunden ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß an die dritte Auswerteeinrichtung (17) ein Spannungsmeßgerät (19), vorzugsweise ein Digitalvoltmeter (19), für die Messung der

analogen Ausgangsspannung als Maß für die Wand-
dicke des Meßobjektes (3) geschaltet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, da-
durch gekennzeichnet, daß ein Integrator (18) der drit-
ten Auswerteeinrichtung (17) mit einer über einen Wi-
derstand (21), vorzugsweise ein Eingabe-Potentiome-
ter (21) einstellbaren Referenzspannungsquelle (20)
für die über ihre Ausgangsspannung definiert gesteu-
erte Skalierung des Integrators (18) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Referenzspannungsquelle (20) über
einen entsprechend des Brechungsindex des transpa-
renten Materials des Meßobjektes (3) veränderbaren
Widerstand (21) steuerbar ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, da-
durch gekennzeichnet, daß die Referenzspannungs-
quelle (20) für den Ausgleich der Nichtlinearität der
Abbildungs-Optik (5) über einen während der Messung
von der Steuereinrichtung (8) veränderbaren Wider-
stand (22) steuerbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, da-
durch gekennzeichnet, daß die vierte Auswerteeinrich-
tung (23) das Spannungsmeßgerät (19) für die Anzeige
und Ausgabe des Meßwertes im Fehlerfalle blockiert
und daß der Logikschaltung (27) die LED-Anzeigevor-
richtung (24), vorzugsweise die Leuchtdiode (24) für
das Aufleuchten bei Meßfehlern und erhöhtem Fremd-
lichteinfall nachgeschaltet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, da-
durch gekennzeichnet, daß

- ihre optische Baueinheit für die Meßwergen-
winnung, ihre elektronische Baueinheit mit Aus-
werteeinrichtungen für die Meßwertanzeige und -
auswertung sowie die Stromversorgung in einem
handlichen Gehäuse angeordnet sind und
- sie vorzugsweise als transportables batteriebe-
triebenes Handgerät für Einhandbedienung ausge-
führt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

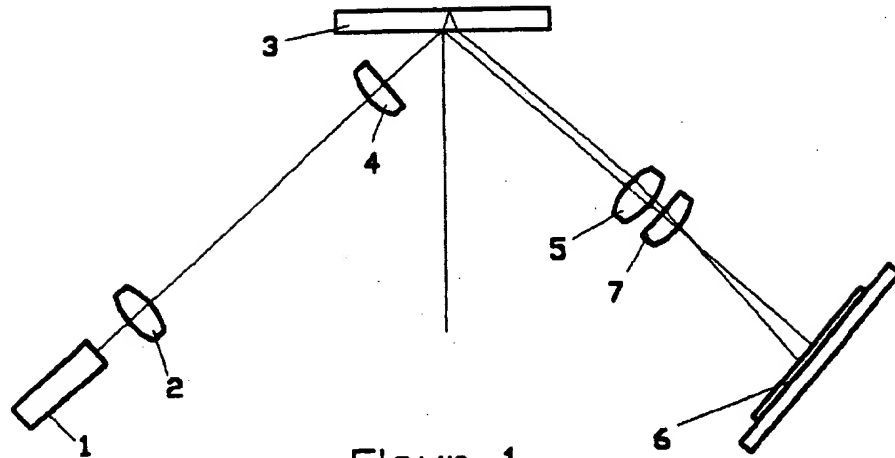
50

55

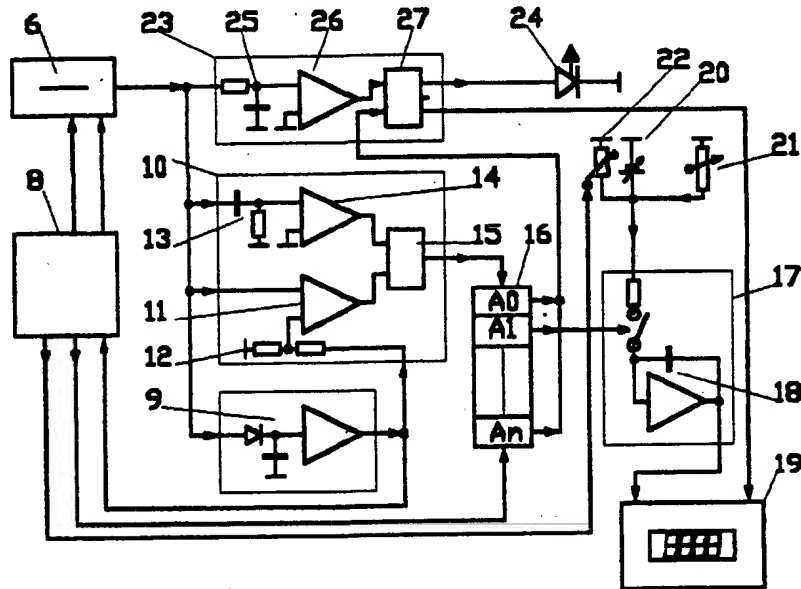
60

65

BEST AVAILABLE COPY



Figur 1



Figur 2